



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 09 847 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 05 D 7/06**

21 Aktenzeichen: 101 09 847.2  
22 Anmeldetag: 1. 3. 2001  
43 Offenlegungstag: 19. 9. 2002

DE 101 09 847 A 1

71 Anmelder:

Adphos Advanced Photonics Technologies AG,  
83052 Bruckmühl, DE

74 Vertreter:

Ricker, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 81679  
München

72 Erfinder:

Gaus, Rainer, Dr., 83071 Stephanskirchen, DE; Bär,  
Kai K.O., Dr., 83043 Bad Aibling, DE; Wirth, Rolf,  
83052 Bruckmühl, DE; Gabel, Klaus, 82024  
Taufkirchen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung auf einem quasi-endlos geförderten Materialband

57 Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung von quasi-endlos geförderten und in Förderrichtung bewegten Materialbändern, bei dem ein Beschichtungsmittel auf zumindest eine Seite des Materialbandes aufgebracht und mittels elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise getrocknet und/oder vernetzt wird, wobei die elektromagnetische Strahlung einen wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot aufweist.

DE 101 09 847 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung mittels elektromagnetischer Strahlung auf einem sich in Förderrichtung bewegenden quasi-endlos geförderten Materialband.

[0002] Beschichtungen von Oberflächen spielen nicht nur hinsichtlich der ästhetischen Wirkung eine Rolle, sondern dienen beispielsweise auch dazu, einen bestimmten Gegenstand gegen äußere Einflüsse, wie z. B. gegen Lichtstrahlung, Wasser, Wärme und mechanische Einwirkungen widerstandsfähiger zu machen. Darüber hinaus können durch die Beschichtung physikalische Eigenschaften verliehen werden, die der zu beschichtende Körper an sich nicht besitzt, wie z. B. elektrische Leitfähigkeit oder Magnetisierbarkeit.

[0003] Besondere Bedeutung hat diesbezüglich das Beschichten endlos geförderter Materialbänder wie z. B. von Metallbändern, Kunststofffolien, Werkstoffverbundsystemen und Laminaten, die beispielsweise von Rollen oder Stapeln gefördert werden.

[0004] Zur Herstellung von Gehäusen von Elektrogeräten, Haushaltsgeräten oder dgl. kommen üblicherweise dünne Stahlbleche zur Anwendung, die entsprechend umgeformt werden. Derartige Bleche sind in Form von Metallbändern auf Rollen, sog. "Coils" aufgewickelt, bevor sie einem bestimmten Umform- oder Stanzprozeß kontinuierlich zugeführt werden. Das Beschichten dieser Metallbänder erfolgt aus Rationalisierungsgründen vor dem Prozeßschritt des Biegens, Prägens, usw., in dem das Blech letztendlich in die gewünschte Form gebracht wird. In einer solchen Anlage wird üblicherweise an einer ersten Station dieser Anlage mindestens ein Beschichtungsmittel aufgewalzt oder mit einer anderen Technik auf das Metallband aufgetragen.

[0005] Da das Beschichtungsmittel vor den nachfolgenden Prozeßschritten vollständig getrocknet bzw. vernetzt sein muß, wird das Metallband nachfolgend einem Ofen zugeführt, der häufig nach dem Prinzip der Umlufttrocknung arbeitet. In diesem Ofen wird das Beschichtungsmittel zusammen mit dem gesamten Blech des Metallbandes erwärmt, so daß das Beschichtungsmittel trocknet und/oder vernetzt. Aufgrund der starken Erwärmung des Metallbandes ist im Anschluß an den Trocknungsprozeß eine Kühlung des Metallbandes notwendig. Da das Metallband nach dem Beschichtungsprozeß weiteren Biege-, Präge- und Schweißprozessen unterzogen wird, werden besonders hohe Anforderungen an die Qualität des getrockneten bzw. vernetzten Beschichtungsmittel gestellt. So darf dieses beim Biegen bzw. Prägen nicht abplatzen. Des weiteren muß das beschichtete Metallband schweißbar bleiben.

[0006] Bei einem anderen herkömmlichen Trocknungsverfahren wird die zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels notwendige Wärmeenergie induktiv, d. h. durch elektromagnetische Kopplung auf das Metallband übertragen. Das so erwärmte Metallband gibt die Wärmeenergie durch Wärmeleitung an das Beschichtungsmittel ab, wodurch dieses getrocknet bzw. vernetzt wird.

[0007] Bei den oben geschilderten herkömmlichen Methoden muß das gesamte Metallband von der Umgebungstemperatur außerhalb der Anlage mindestens auf die zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erforderliche Temperatur erwärmt werden. Bei einer mit induktiver Wärmeübertragung arbeitenden Anlage ist es bei dünnen Metallbandstärken und/oder großen Beschichtungsmitteldicken (d. h. abhängig von deren spezifischer Wärmekapazität) notwendig, das Metallband sogar über die zur Trocknung bzw. Vernetzung erforderliche Temperatur aufzuheizen. Das bedeutet, daß bei einem Beschichtungsmittel,

das zur Vernetzung eine Temperatur von 180°C benötigt, das Metallband induktiv etwa auf 250°C erwärmt werden muß, um einen ausreichenden Temperaturgradienten zwischen Metallband und Beschichtungsmittel zu erzeugen, so daß das Beschichtungsmittel in einer akzeptablen Zeit getrocknet bzw. vernetzt werden kann.

[0008] Die bei den oben dargestellten Verfahren zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erforderliche Wärmeenergie ist erheblich, da das gesamte Metallband erwärmt werden muß.

[0009] Darüber hinaus gehen Anlagen zum Beschichten von sich schnell in Förderrichtung bewegender Materialbändern mit hohen Investitionskosten einher, die es aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich machen, die Anlagen mit der höchstmöglichen Fördergeschwindigkeit und unter höchster Auslastung laufen zu lassen. In einer derartigen "Coil-Coating-Anlage" wird das sich von einer Rolle abwickelnde Metallband beispielsweise mit einer Fördergeschwindigkeit von 120 m/min. durch die einzelnen Stationen dieser Anlage geführt. Aufgrund derartiger hoher Fördergeschwindigkeiten und der damit verbleibenden geringen Wechselwirkungszeit beim Trocknen bzw. Kühlen des Metallbandes weisen die einzelnen Stationen, d. h. der Trocknungsöfen und die Kühlstation, erhebliche Längenausdehnungen auf, die bis zu 100 m betragen können.

[0010] Es wird deutlich, daß die Größe einer solchen Anlage aufgrund ihres Platzbedarfes und eines erhöhten Instandhaltungsaufwands erhebliche Kosten verursacht. Darüber hinaus erhöht die lange Trocknungszeit beim Durchlaufen des Metallbandes, bevor dieses einem Umformprozeß zugeführt werden kann, die Herstellungskosten des Metallbandes in entsprechendem Maße.

[0011] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Beschichtung auf einem sich schnell in Förderrichtung bewegenden Materialband bereitzustellen, mit welchem bzw. mit welcher besonders rasch und mit geringem Energieaufwand ein beschichtetes quasiendlos gefördertes Materialband erzeugt werden kann.

[0012] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 16. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Somit betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung von quasi-endlos geförderten und in Förderrichtung bewegten Materialbändern, die mit einem Beschichtungsmittel versehen werden, das zumindest teilweise mittels elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise getrocknet und/oder vernetzt wird, wobei der wesentliche Wirkanteil der elektromagnetischen Strahlung im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt.

[0014] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, die Beschichtung auf einem Materialband mit besonders kurzen Bestrahlungsdauern, vorzugsweise in weniger als 30 s, bevorzugt in weniger als 10 s, weiter bevorzugt weniger als 5 s, insbesondere 2 s und daher, verglichen mit einem herkömmlichen Beschichtungs- bzw. Coil-Coating Verfahren, besonders rasch herzustellen. Durch die kurze Behandlungs- bzw. bestrahlungsdauer wird das Materialband thermisch wenig beansprucht. Dadurch wird es möglich, thermisch empfindliche Materialien wie z. B. Thermoplaste mit Beschichtungsmitteln zu beschichten, die zur Vernetzung Temperaturen benötigen, die höher sind als die Schädigungstemperatur des Materialbandes. Somit wird es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, Materialbänder zu beschichten, deren Beschichten zuvor nicht bzw.

nur mit großen technischen Schwierigkeiten möglich war. Auch können mikroskopische Veränderungen der Materialstruktur wie z. B. Gefügeveränderungen im Materialband durch Anwenden des erfindungsgemäßen Verfahrens vermieden werden. Durch die kurzen Bestrahlungsdauern kann darüber hinaus in vielen Fällen eine höhere Qualität der Beschichtung erzielt werden. Auch kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der zur Erzeugung einer Beschichtung erforderliche Energie- und Kostenaufwand deutlich reduziert werden.

[0015] Um eine möglichst effiziente Übertragung von Strahlungsenergie an das Beschichtungsmittel zu erreichen, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und Transmissionseigenschaften des Beschichtungsmittels angepaßt. Bevorzugt wird dabei die Wellenlänge des Intensitätsmaximums so gewählt, daß das Beschichtungsmittel die Strahlungsenergie im wesentlichen gleichmäßig über seine Schichtdicke absorbiert. Dadurch kann erreicht werden, daß das Beschichtungsmittel gleichmäßig und innerhalb kürzester Zeit unmittelbar durch die Strahlung zumindest teilweise erwärmt und/oder vernetzt wird.

[0016] Andererseits läßt sich das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung bevorzugt so einstellen, daß relativ wenig Strahlung in dem Materialband absorbiert wird, um eine nutzlose Erwärmung desselben zu vermeiden. Darüber hinaus bewirken Reflexionen an der Grenzfläche zwischen dem Beschichtungsmittel und dem Materialband eine erneute Durchstrahlung des Beschichtungsmittels und erhöhen somit die Effizienz der Energieübertragung an dieses. Hierzu kann vorzugsweise die Oberfläche des Materialbandes zum Zwecke einer gezielten Einstellung dessen Reflexionsvermögens vor dem eigentlichen Auftragen des Beschichtungsmittels behandelt werden. Dies erfolgt beispielsweise durch Glätten, Polieren oder Aufräumen der Oberfläche.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und/oder Transmissionseigenschaften des Materialbands derart angepaßt, daß die elektromagnetische Strahlung das Materialband zumindest teilweise durchdringt. Dies ist insbesondere bei beidseitig auf dem Materialband aufgetragenem Beschichtungsmittel sinnvoll. Um auch das auf der anderen Seite des Materialbandes aufgetragene Beschichtungsmittel zu trocknen und/oder zu vernetzen, kann bei bestimmten Beschichtungsmittel/Materialband-Kombinationen die Trocknung bzw. Vernetzung derart durchgeführt werden, daß die zum Trocknen bzw. Vernetzen eingesetzte elektromagnetische Strahlung neben dem Beschichtungsmittel, das auf der der Strahlungsquelle zugewandten Materialbandseite aufgetragen ist, auch das Materialband durchdringt. Dabei wird im wesentlichen keine Strahlungsenergie im Materialband absorbiert. Die Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung erfolgt in diesem Fall nur von einer Seite des Materialbandes. Das beidseitig auf das Materialband aufgetragene Beschichtungsmittel wird auf beiden Seiten des Materialbandes im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt.

[0018] Entsprechend kann das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt werden, daß das beidseitig aufgetragene Beschichtungsmittel mit einem nur auf einer Seite des Materialbandes angeordneten Emittier im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt wird.

[0019] Denkbar ist darüber hinaus der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer Anwendung, bei der das Beschichtungsmittel einseitig, jedoch auf der der Strah-

lungsquelle abgewandten Seite aufgetragen ist. Die elektromagnetische Strahlung durchdringt das Materialband, im wesentlichen ohne von diesem absorbiert zu werden, um dann das Beschichtungsmittel zu trocknen bzw. zu vernetzen. Durch diese Anordnung kann die Strahlungsquelle vor aus dem Beschichtungsmittel austretenden flüchtigen und leicht entzündlichen Komponenten desselben durch das Materialband geschützt werden und/oder es können gleichzeitig mit dem Bestrahlungsvorgang auf der Seite des Materialbandes, auf der das Beschichtungsmittel aufgetragen ist, einer oder mehrere weitere Bearbeitungsschritte an dem Beschichtungsmittel und/oder dem Materialband durchgeführt werden, ohne den Bestrahlungsvorgang zu behindern.

[0020] Nach den Erkenntnissen der Erfinder sind die Trocknungs- bzw. Vernetzungsprozesse des Beschichtungsmittels im wesentlichen thermisch bedingt. Das bedeutet, daß bei der Trocknung eines mit Wasser oder Lösungsmittel versehenen Beschichtungsmittels dem Lösungsmittel mit der elektromagnetischen Strahlung aus dem Wellenlängenbereich des nahen Infrarot Energie übertragen wird, um das Lösungsmittel aus dem Beschichtungsmittel abzutrennen. Zum Vernetzen wird Energie auf das Beschichtungsmittel übertragen, die in Form von Wärmeenergie dazu aufgewandt wird, die Ausbildung von Polymerketten zu bewirken. Bei vielen Beschichtungsmitteln ist dazu eine bestimmte Temperatur des Beschichtungsmittels erforderlich, damit der Vernetzungsprozeß abläuft.

[0021] Daneben können durch die elektromagnetische Strahlung aus dem Wellenlängenbereich des nahen Infrarot hervorgerufene Photoreaktionen zu einer zusätzlichen Beschleunigung der Vernetzungsprozesse führen.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, Beschichtungsmittel im wesentlichen vollkommen durch Photoreaktionen zu trocknen bzw. zu vernetzen, während thermische Prozesse nur eine untergeordnete oder gar keine Rolle spielen.

[0023] Aufgrund der erfindungsgemäßen extrem kurzen Bestrahlungsdauer und der daraus folgenden geringeren thermischen Belastung der zu beschichtenden Materialien ist es möglich, Materialien zu beschichten, die wegen ihrer thermischen Empfindlichkeit mit herkömmlichen Verfahren nicht beschichtet werden können. Dies gilt insbesondere für Beschichtungsmittel, die zu ihrer Vernetzung auf eine bestimmte Temperatur aufgeheizt werden müssen, die über der Schädigungstemperatur des Materials liegt. Bei anderen Materialien wird es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, die Materialeigenschaften unverändert zu lassen, was bei herkömmlichen Verfahren häufig nicht vermieden werden kann oder nur bei erheblicher Verlängerung der zur Durchführung der Verfahren benötigten Zeitdauer.

[0024] Dies gilt insbesondere für Materialien die sich bei starker Wärmezufuhr beispielsweise verformen wie z. B. Kunststoffe. Des weiteren können Materialbänder beschichtet werden, deren mikroskopische Struktur sich bei starker Wärmezufuhr verändert (wodurch sich deren mechanische Festigkeitseigenschaften reduzieren können), wie z. B. Aluminium oder Legierungen, oder Materialbänder, die sich Entmischen, wie z. B. Verbundwerkstoffe.

[0025] Das Trocknen bzw. das Vernetzen des Beschichtungsmittels kann entweder vollständig oder nur teilweise durch die elektromagnetische Strahlung erfolgen, deren wesentlicher Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt. Jedoch ist es auch möglich, das Beschichtungsmittel in mehreren zeitlich voneinander getrennten oder versetzten Intervallen zu trocknen oder zu vernetzen. Auch kann das Trocknen bzw. Vernetzen zeitgleich oder zeitlich versetzt mit der oben genannten Bestrahlung durch zumindest eine zusätzliche Strahlungsquelle, insbesondere mit ei-

nem Wirkanteil in einem anderen Wellenlängenbereich, und/oder durch zumindest eine andere Energie- oder Wärmequelle unterstützt werden.

[0026] Zur Trocknung und/oder Vernetzung des Beschichtungsmittels wird das Strahlungsfeld der elektromagnetischen Strahlung in bewährter und kostengünstiger Weise gemäß der Erfindung bevorzugt durch mindestens einen thermischen Strahlkörper, erzeugt, dessen Strahlertemperatur oberhalb von 2900 K und bevorzugt oberhalb von 3200 K liegt.

[0027] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren der hier in Rede stehenden Art, bei dem die Leistungsdichte der elektromagnetischen Strahlung durch den Abstand des Strahlkörpers von dem Materialband und/oder über die Temperatur des Strahlkörpers, bei vorzugsweise oberhalb 2900 K, besonders bevorzugt bei oberhalb 3200 K eingestellt wird.

[0028] Um besonders kurze Trocknungszeiten bzw. besonders kurze Bestrahlungsdauern zu erzielen, wird vorzugsweise elektromagnetische Strahlung mit einer hohen Leistungsdichte verwendet. Typische, für das erfindungsgemäße Verfahren charakteristische, Leistungsdichten liegen insbesondere oberhalb von  $100 \text{ kW/m}^2$ , bevorzugt oberhalb von  $200 \text{ kW/m}^2$  und besonders bevorzugt oberhalb von  $500 \text{ kW/m}^2$ . Derartige hohe Leistungsdichten lassen sich beispielsweise durch die Anordnung aus mehreren zusammenwirkenden, insbesondere parallel zueinander angeordneten, über die Gesamtbreite des sich fortbewegenden Materialbandes erstreckenden Halogenstrahlern mit entsprechend zugeordneten hochwirksamen Reflektoren bewerkstelligen. Eine weitere Einstellung der Leistungsdichte läßt sich dadurch erzielen, daß gemäß der vorliegenden Erfindung die elektromagnetische Strahlung auf die Oberfläche des mit dem Beschichtungsmittel versehenen Materialbandes fokussiert wird.

[0029] Vorzugsweise wird mit einer elektromagnetischen Strahlung bestrahlt, deren Intensitätsmaximum in dem Wellenlängenbereich von  $0,8 \mu\text{m}$  bis  $2 \mu\text{m}$  liegt. Ein solcher Wellenlängenbereich der elektromagnetischen Strahlung hat sich als besonders effektiv für eine hochwirksame Polymerbildung bzw. Polymervernetzung der zur Beschichtung von Materialbändern verwendeten Beschichtungsmittel erwiesen.

[0030] Bei Anwendung von Wellenlängen, die den spezifischen Absorptions- und/oder Transmissions- bzw. Reflexionseigenschaften des Materialbandes und/oder des Beschichtungsmittels Rechnung tragen, und/oder bei Verwendung der für das spezifische Materialband und/oder Beschichtungsmittel zu ermittelnden optimalen Leistungsdichten ermöglicht die Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform vorzugsweise eine Bestrahlungsdauer, die weniger als 30 Sekunden, insbesondere weniger als 10 Sekunden bis besonders bevorzugt weniger als 2 Sekunden beträgt, wobei die Bestrahlung vorzugsweise so durchgeführt wird, daß das Beschichtungsmittel vollständig oder nahezu vollständig trocknet bzw. vernetzt.

[0031] Durch die sehr kurzen Bestrahlungsdauern kann eine Energieübertragung durch Wärmeleitung, die im Vergleich zur Energieübertragung durch Strahlung langsam abläuft, an das mit dem Beschichtungsmittel in Kontakt stehende Materialband stark reduziert werden. Beim erfindungsgemäßen "Coil-Coating"-Verfahren wird in bestimmten Fällen, abhängig von der Dicke bzw. der spezifischen Wärmekapazität des Materialbandes bzw. Beschichtungsmittels, ein deutlicher Temperaturgradient im Materialband und somit eine Energieseparation zwischen dem Materialband und dem zu trocknenden bzw. zu vernetzenden Beschichtungsmittel erreicht werden. Es kann ein im Vergleich

zu konventionellen Verfahren deutlich höherer Wirkungsgrad erzielt werden und die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderliche Energiemenge kann gegenüber den herkömmlichen Verfahren, abhängig von den Materialeigenschaften, wie z. B. der spezifischen Wärmekapazität, der Dicke des Materialbandes bzw. des Beschichtungsmittels erheblich reduziert werden, da vergleichsweise wenig Wärmeenergie auf das Materialband übertragen wird. Dieser Effekt spielt insbesondere bei Materialien mit besonders hoher Wärmekapazität wie Stahlblech eine große Rolle, da diese Materialien eine große Energiemenge absorbieren. Beispielsweise kann bei Blechstärken von mehr als  $0,5 \text{ mm}$  beim erfindungsgemäßen Verfahren die Erwärmung des Bleches von  $250^\circ\text{C}$ , wie dies z. B. bei einem herkömmlichen induktiven Verfahren der Fall ist, auf  $200^\circ\text{C}$  reduziert werden. Entsprechend bedeutet dies eine Reduzierung des zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erforderlichen Energieaufwands um ein fünftel. Bei dickeren Materialien sind auch größere Temperaturunterschiede d. h. Energieeinsparungen möglich.

[0032] Neben den Kosten des Beschichtungsverfahrens werden auch die Kosten der hierzu notwendigen Vorrichtung bzw. Anlage deutlich reduziert, da aufgrund der im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren erheblich kürzeren Trocknungs- bzw. Vernetzungszeiten auch die zum Trocknen bzw. Vernetzen notwendige Strecke bei gleichbleibender Fördergeschwindigkeit deutlich reduziert ist. Darüber machen sich insbesondere Infrastruktureinsparungen besonders bemerkbar und führen zu erheblichen Einsparungen.

[0033] In Abhängigkeit des verwendeten Beschichtungsmittels ist vor dem Aufbringen häufig eine Vorbehandlung des Materialbandes vorgesehen. Insbesondere ist dabei eine Erwärmung des Materialbandes notwendig. Stahlblech muß hierbei meist auf Temperaturen von  $900^\circ\text{C}$  bis  $1100^\circ\text{C}$  zur Erreichung einer Gefügeveränderung erhitzt werden, was üblicherweise unter einer inerten Atmosphäre oder Wasserstoffatmosphäre durchgeführt wird. Herkömmlich werden dazu Verfahren unter Verwendung von Konvektions- oder Induktionserwärmung verwendet. Die Verfahren, bei welchen Konvektionserwärmung eingesetzt wird, benötigen eine lange Zeit, um das Stahlband auf die hohe Temperatur zu erwärmen. Bei der Induktionserwärmung ist der Wirkungsgrad sowie die homogene Erwärmung problematisch.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dieses Vorwärmen ebenfalls mittels elektromagnetischer Strahlung bewirkt, deren wesentlicher Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt. Dadurch wird es möglich, das Stahlband viel schneller zu erwärmen als mit herkömmlichen, auf langsamer Wärmeleitung basierenden Methoden.

[0035] Die hierfür verwendete elektromagnetische Strahlung hat vorzugsweise ihren wesentlichen Wirkanteil ebenfalls im Wellenlängenbereich von  $0,8 \mu\text{m}$  bis  $2,0 \mu\text{m}$ . Vorzugsweise wird die Wellenlänge dabei so angepaßt, daß ein Großteil der elektromagnetischen Strahlung durch das Materialband absorbiert wird.

[0036] Aufgrund der vorzugsweise sehr hohen Fördergeschwindigkeit des Materialbandes ist eine entsprechende Qualitätssicherung und Prozesssicherheit der Verfahrensführung notwendig. Hierzu wird gemäß der vorliegenden Erfindung zumindest ein meßbarer Prozeßparameter herangezogen, der über eine entsprechende automatisierte Prozeßsteuerung einen Rückschluß auf den Zustand und die Qualität der Beschichtung zuläßt. Insbesondere eignet sich hierfür die Temperatur auf der Oberfläche des Materialbandes, die einerseits über eine entsprechende Abänderung der elektrischen Leistung und damit der Strahlungsleistung des Emitters und andererseits über eine Variation des Abstandes zwi-

schen den Emittern und der Oberfläche des Materialbandes veränderbar ist.

[0037] Die Temperatur läßt sich beispielsweise mittels eines Pyrometers oder eines oder mehrerer photoelektrischer Sensoren zur Erfassung der Helligkeit, des Reflexionsvermögens oder des Brechungsindex' oder anderer optischer Parameter, die Aufschluß über den Trocknungs- bzw. Vernetzungszustand des Beschichtungsmittels geben, heranziehen.

[0038] Zur Einstellung der einzelnen Bestrahlungsparameter ist der Sensor, bzw. die Sensoren, über eine Auswertungsschaltung mit einem Steuereingang, bzw. Steuereingängen, einer Strahlungssteuereinrichtung verbunden. In Abhängigkeit von den erfaßten Meßwerten bzw. einem Ergebnis der Auswertung dieser Meßwerte können die im weiteren Prozeßverlauf einzustellenden Bestrahlungsparameter, insbesondere die Leistungsdichte und gegebenenfalls die spektrale Zusammensetzung der Strahlung optimiert werden. Durch das Vorsehen einer geschlossenen Regelschleife ist hierbei auch eine automatisch geregelte Echtzeit-Betriebsführung realisierbar.

[0039] Bei speziellen Anwendungen, bei denen flüchtige Bestandteile des Beschichtungsmittels von diesem durch die Wechselwirkung mit der elektromagnetischen Strahlung getrennt werden, ist auch eine Kühlung und/oder Abführung dieser flüchtigen Bestandteile durch eine an diesen, vorzugsweise quer zur Förderrichtung, entlang geführten Gasstrom, insbesondere Luftstrom, sinnvoll.

[0040] Vorzugsweise trifft dieser das Materialband überstreichende Gasstrom mit einer bestimmten zuvor festgelegten Geschwindigkeit auf die abzutransportierenden Teilchen der abgetrennten Feuchtkomponente auf und reißt diese mit, wobei der Gasstrom vorzugsweise messerartig an dem Trocknungsgut auftritt. Weitere Einzelheiten diesbezüglich sind in der DE-A 198 07 643 der Anmelderin offenbart.

[0041] Vorzugsweise ist das endlos geförderte Materialband ein Metallband, insbesondere ein Stahlband. Bei dem endlos geförderten Materialband kann es sich jedoch auch um Metallfolien, Kunststoffolien, um Glasschichten bzw. -platten, um Werkstoffverbundsysteme, wie z. B. Holzfaserniere, um Lamine, wie z. B. Kondensatoren oder Displays, oder um Thermoplaste oder Duroplaste handeln. Weitere bevorzugte Anwendungsgebiete sind Folien zur Verpackung, wie z. B. Blisterfolien oder Klebefolien.

[0042] Die Auftragung des Beschichtungsmittels auf das zu beschichtende Materialband erfolgt in Abhängigkeit von der Beschaffenheit, insbesondere der Oberfläche und/oder der Materialzusammensetzung des Materialbandes. Vorzugsweise wird das Beschichtungsmittel als fluides System aufgebracht, was mit an sich bekannten Auftragsverfahren, insbesondere durch Aufwalzen, Aufstreichen, Aufsprühen, Gießen oder Rakeln, bewerkstelligt werden kann. Das Beschichtungsmittel wird gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in Form eines Pulvers insbesondere unter Ausnutzung elektrostatischer Kräfte aufgebracht. Darüber hinaus kann es auch auf das Materialband aufgesputtert werden. Je nach Oberflächenbeschaffenheit des Materialbandes kann u. U. eine Vorbehandlung, insbesondere durch Aufrauen, Anätzen oder auch durch Aufbringen eines Haftvermittlers zweckmäßig sein. Diese Vorbehandlung dient u. a. der Verbesserung der Haftung zwischen dem Beschichtungsmittel und dem sich in Förderrichtung bewegenden Materialbandes.

[0043] Als Beschichtungsmittel sind insbesondere zu nennen: Lacke, insbesondere Pulverlacke, Einkomponenten- oder Zweikomponenten-Naßlacke, sowohl auf Wasserbasis als auch auf der Basis von organischen Lösungsmitteln, Beschichtungen zum Korrosionsschutz, Beschichtungen zur

Vorbehandlung sowie zur Funktionalisierung von Metalloberflächen, Leitfähigkeitspasten und Photolack.

[0044] Bei den Lacken handelt es sich um Substanzen, die zumindest teilweise mit Strahlung trockenbar und/oder vernetzbar sind. Lackiermittel sind typischerweise Systeme, die mindestens einen Zusatzstoff, vorzugsweise einen Zusatzstoff und ein Bindemittel, wie jeweils nachfolgend ausführlich diskutiert, enthalten. Die Bestrahlungshärtung geschieht bei vielen Lackiermitteln häufig durch Polymerisation des im Lackiermittel enthaltenen Bindemittels.

[0045] Ein Beispiel hierfür ist die optisch über Photoinitiatoren gestartete Polymerisation von niederviskosen Lackiermitteln mit Bindemitteln reaktiver Monomere, Oligomere und Präpolymere, beispielsweise die radikalische oder die kationische Polymerisation oder die Vernetzung linearer Polymere mit reaktiven Seitenketten.

[0046] Für das erfindungsgemäße Verfahren können Naßlacke oder Pulverlacke verwendet werden. Als Naßlacke werden u. a. Wasserlacke und Lösungsmittellacke bezeichnet. Naßlacke können Einkomponentenlacke, wie z. B. UV-Lacke, und Zweikomponentenlacke sein, wobei solche auf Wasserbasis oder aber auch auf der Basis organischer Lösungsmittel eingesetzt werden können. Bei Mehrschichtstrukturen sind auch Kombinationen davon dankbar. Ferner sind für die oben erwähnten Coil-Coating Verfahren auch schweißbare Lacksysteme von Interesse.

[0047] Lösungsmittellacke werden in Abhängigkeit vom Lösungsmittelgehalt in konventionelle, lösungsmittelhaltige Lacke, lösungsmittelarme und lösungsmittelfreie Lacke unterteilt. Der Feststoffgehalt lösungsmittelarmer Lacke ist größer als 70 Massen-%; bei einem Feststoffgehalt kleiner 70 Massen-% spricht man von lösungsmittelhaltigen Lacken. Für festkörperreiche Lacke wie beispielsweise Spritzlacke wird auch der Begriff High-solids verwendet.

[0048] Lösungsmittelarme und lösungsmittelfreie Lacke werden nach der Art der Härtingsreaktion in Ein- und Zweikomponentensysteme unterteilt. Bei Einkomponentenlacken setzt die Polymerisation und damit die Vernetzung nach Zusatz von Initiatoren und Beschleunigern oder durch Einwirkung von UV- oder Elektronenstrahlen ein. Als Einkomponentenlacke werden beispielsweise Vinylchlorid-Polymere oder Copolymere und ungesättigte Polyesterharze, wie niedermolekulare Hydroxylgruppen tragende Acrylat-, Alkyd- und Polyesterharze verwendet. Zweikomponentenlacke härten durch eine Additionsreaktion, bei der im Gegensatz zu den Einkomponentenlacken keine umweltbelastenden Spaltprodukte freigesetzt werden. Die Bindemittel sind in der Regel Epoxidharze in Kombination mit Härtern oder Polyisocyanate in Kombination mit Hydroxylgruppen tragenden Harzen.

[0049] Unter Pulverlacken versteht man thermoplastische oder duromere Kunststoffe, die in Pulverform auf Substrate aufgetragen werden. Hierbei werden verschiedene Auftragsverfahren wie beispielsweise elektrostatisches Pulverspritzen, elektrostatisches Wirbelsintern, Schüttelsintern, Wirbelsintern, Rotationssintern oder Zentrifugalgießen eingesetzt. Als Pulverlacke werden beispielsweise Epoxidharz-Pulver, Pulver gesättigter Polyesterharze, Polyacrylat-Pulver, Polyethylen-Pulver, Polyvinylchlorid-Pulver, Polyamidpulver, Celluloseacetobutyrat-Pulver, chlorierte Polyether, Ethylen-Vinylacetat-Mischpolymerisatpulver oder Polymethacrylsäuremethylester-Pulver eingesetzt.

[0050] UV-Lacke benötigen einen sogenannten UV-Initiator, der einen teuren Bestandteil des Lackes darstellt, jedoch zur Vernetzung notwendig ist. Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in vielen Fällen auf den Einsatz der UV-Initiatoren verzichtet werden, dennoch lassen sich derartige UV-Lacke mittels des erfindungsgemäßen Verfah-

rens trocknen.

[0051] Heutzutage werden in Lackiermitteln, da diese häufig Polyesterharz als Bindemittel verwenden, große Mengen von Lösungsmittel eingesetzt. Jedoch ist die Entwicklung dahingehend, dass zunehmend aus unterschiedlichen Gründen wie z. B. für den Umweltschutz und zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen Versuche unternommen werden, Lacke mit Harzen zum Einsatz zu bringen, die relativ wenig Lösungsmittel benötigen, wie beispielsweise Acrylatharze. Die lösemittelarmen Lacksysteme (high-solids und wasserverdünnbare Systeme) sollen daher künftig verstärkt eingesetzt werden. Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die nachteilige längere Trockenzeit dieser Systeme vermieden werden.

[0052] Als durch strahlungsinduzierte Prozesse vernetzbare Bindemittel können im erfindungsgemäßen Verfahren alle üblichen strahlenhärtbaren Bindemittel oder deren Mischungen eingesetzt werden, die dem Fachmann bekannt sind. Es handelt sich entweder um durch radikalische Polymerisation vernetzbare oder durch kationische Polymerisation vernetzbare Bindemittel. Bei ersteren entstehen durch Einwirkung von elektromagnetischer Strahlung auf die Bindemittel Radikale, die dann die Vernetzungsreaktion auslösen. Bei den kationisch härtenden Systemen werden durch die Bestrahlung aus Initiatoren Lewis-Säuren gebildet, die dann die Vernetzungsreaktion auslösen.

[0053] Andere Beschichtungsmittel enthalten entsprechend ihrem Einsatzgebiet entsprechende Zusatzstoffe wie Polymere, insbesondere Vernetzer, Katalysatoren für die Vernetzung, Initiatoren, insbesondere Pigmente, Farbstoffe, Füllstoffe, Verstärkerfüllstoffe, Rheologiehilfsmittel, Netz- und Dispergiermittel, Haftvermittler, Additive zur Verbesserung der Untergrundbenetzung, Additive zur Verbesserung der Oberflächenglätte, Mattierungsmittel, Verlaufmittel, filmbildende Hilfsmittel, Trockenstoffe, Hautverhinderungsmittel, Lichtschutzmittel, Korrosionsinhibitoren, Biozide, Flammenschutzmittel, Polymerisationsinhibitoren, insbesondere Photoinhibitoren oder Weichmacher, wie sie beispielsweise auf dem Lackiermittelsektor üblich und bekannt sind. Die Auswahl der Zusatzstoffe richtet sich nach dem gewünschten Eigenschaftsprofil des Beschichtungsmittels und dessen Verwendungszweck.

[0054] Die Beschichtungsmittel können ferner keramische Farben enthalten, wie beispielsweise Titandioxid, Ruß oder Buntpigmente wie Bleichromat, Mennige, Zinkgelb, Zinkgrün, Cadmiumrot, Cobaltblau, Berliner Blau, Ultramarin, Manganviolett, Cadmiumgelb, Molybdatorange und -rot, Chromorange und -rot, Eisenoxidrot, Chromdioxidgrün und Strontiumgelb.

[0055] Auch organische Farben, beispielsweise natürlich vorkommende Pigmente wie Sepia, Indigo, Chlorophyll, oder insbesondere synthetische Pigmente wie beispielsweise Azo-Pigmente, Indigoide, Dioxazin-, Chinacridon-, Phthalocyanin-, Isoindolidon-, Perylen- und Perinon-, Metallkomplex- und Alkaliblaupigmente können Bestandteile der Beschichtungsmittel darstellen.

[0056] Ebenso können die Beschichtungsmittel Leuchtpigmente zur Erzeugung eines Metalleffekts enthalten. Verwendbar sind insbesondere Metall-Plättchen, vorzugsweise Aluminium-Plättchen, die über ihr Reflexionsverhalten einen besonderen optischen Effekt geben. Weitere Metall-Plättchen sind beispielsweise solche auf Basis von Gold-Bronzen, Kupfer-Zink-Legierungen, Nickel, rostfreiem Stahl und Glimmer.

[0057] Die Beschichtungsmittel können außerdem Leuchtpigmente zur Erzeugung von Metamerieeffekten enthalten. Hier können beispielsweise Pigmente zur Erzeugung von Perlglanz eingesetzt werden. Im einzelnen sind zu nen-

nen Bismutoxidchlorid, Titandioxid-Glimmer und Bleicarbonat.

[0058] Als Interferenz-Pigmente zum Wärmeschutz können die Beschichtungsmittel Pigmente mit hohem Reflexionsvermögen für IR-Strahlung enthalten, insbesondere Bleicarbonat und Titandioxid-Glimmer. Durch destruktive Interferenz kommt es zur Auslöschung wesentlicher Strahlungsanteile, wodurch ein Wärmeschutz erzielt wird.

[0059] Die Beschichtungsmittel können im Rahmen der Erfindung auch Pigmente zum Korrosionsschutz enthalten. Vorzugsweise werden Blei(II)orthoplumbat, Chromat-Pigmente, Phosphat-Pigmente, Zinkstaub oder Bleistaub verwendet.

[0060] Darüber hinaus können die Beschichtungsmittel magnetische Pigmente wie Reineisen, Eisenoxid oder Chrom(IV)oxid enthalten.

[0061] Durch Anwenden des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es somit möglich ein beschichtetes Substrat herzustellen, das ein Substrat und ein getrocknetes und/oder vernetztes Beschichtungsmittel, das einseitig oder beidseitig aufgebracht ist, aufweist. Das Substrat wird insbesondere ausgewählt unter einem thermoplastischen Substrat, einer Metallfolie bzw. -blech, einer Kunststoffolie, einer Glasplatte, einem Werkstoffverbundsystem, wie z. B. einem Holzfurnier, einem Laminat, wie z. B. Kondensatoren oder Displays. Das Beschichtungsmittel ist vorzugsweise unter einem Lack, insbesondere Pulverlack, einem Einkomponenten- oder Zweikomponenten-Naßlack, sowohl auf Wasserbasis als auch auf der Basis von organischen Lösungsmitteln, einer Beschichtung zum Korrosionsschutz, einer Beschichtung zur Vorbehandlung sowie zur Funktionalisierung von Metalloberflächen, einer Leitfähigkeitspaste oder einem Photolack ausgewählt.

[0062] Vorzugsweise wird die Verfahrensführung vollständig automatisiert durchgeführt.

[0063] Eine Vorrichtung zur Realisierung einer gegebenenfalls automatischen Einstellung von Bestrahlungsparametern umfaßt mindestens einen Meßfühler zur Erfassung der relevanten physikalischen Größen, also insbesondere einen oder mehrere photoelektrische Sensoren zur Erfassung der Helligkeit, des Reflexionsvermögens oder des Brechungsindex oder anderer optischer Parameter, die Aufschluß über den Trocknungs- bzw. Vernetzungszustand des Beschichtungsmittels geben, bzw. einen berührungslos arbeitenden, insbesondere pyrometrischen Temperaturfühler.

[0064] Zur Einstellung der Bestrahlungsparameter ist dieser Sensor bzw. sind diese Sensoren über ihre Auswertungsschaltung insbesondere mit einem Steuereingang bzw. Steuereingängen einer Bestrahlungssteuereinrichtung verbunden. In Abhängigkeit von den erfaßten Meßwerten bzw. einem Ergebnis der Auswertung dieser Meßwerte können die im weiteren Prozeßverlauf einzustellenden Bestrahlungsparameter, insbesondere die Leistungsdichte und ggf. auch die spektrale Zusammensetzung der Strahlung optimiert werden. Die Leistungsdichte wird bevorzugt über den Abstand der Strahlungsquelle von dem Materialband eingestellt. Durch das Vorsehen einer geschlossenen Regelschleife ist eine automatisch geregelte Betriebsführung realisierbar.

[0065] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise mit einer Vorrichtung durchgeführt, welche eine im wesentlichen abgeschlossene Einrichtung, durch welche das einseitig oder beidseitig mit einem Beschichtungsmittel versehene Materialband gefördert wird, aufweist, in welcher zumindest ein Emittor montiert ist und deren innere Wände mit zumindest einer elektromagnetischen Strahlung reflektierenden Vorrichtung, wie z. B. einem Reflektor versehen sind.

[0066] Grundsätzlich ist es in allen Fällen sinnvoll die An-



lage zur Steigerung der Effizienz und zur Energieoptimierung mit Reflektoren auszustatten, so daß dort, wo Emittler eingesetzt werden ein abgeschlossener Strahlungsraum erzeugt wird. Neben Gegenreflektoren ist zusätzlich das Vorsehen von Seitenreflektoren und von quer zur Förderrichtung angeordneten Reflektoren sinnvoll.

[0067] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Seitenreflektoren beispielsweise mittels Verschiebeeinrichtungen zustellbar und unter Ausbildung des Strahlungsraumes an die Breite des zu beschichtenden Materialbandes anpaßbar. Dadurch kann die Breite des Strahlungsraumes an die Breite des Materialbandes angepaßt werden und die Effizienz der Anlage unabhängig von der Breite des Materialbandes optimiert werden. Bei der Bearbeitung eines Materialbandes, das eine geringere als die maximal für die Anlage mögliche Breite aufweist, werden die sich außerhalb der zugestellten Seitenreflektoren befindenden Emittler nicht eingesetzt. So kann immer eine optimale und damit energiesparende Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erreicht werden. Eine derartige Anpassung der zur Trocknung bzw. zum Vernetzen eingesetzten Energiequellen ist bei herkömmlichen Verfahren nicht möglich und stellt ein großes Problem dar.

[0068] Zur beidseitigen Beschichtung von Materialbändern ist es sinnvoll, je nach Art des Beschichtungsmittels bzw. des Materials Emittlermodule nur auf einer Seite des Materialbandes oder auch beidseitig des Materialbandes anzuordnen. Kann die zum Trocknen bzw. Vernetzen eingesetzte elektromagnetische Strahlung so gewählt werden, daß neben dem Beschichtungsmittel auch das Materialband von der Strahlung durchdrungen werden kann, ist es sinnvoll aus Investitionsgründen Emittlermodule nur auf einer Seite des Materialbandes anzuordnen. Zur Steigerung der Effektivität der Anlage ist es dann sinnvoll auf der dem zumindest einen Emittler gegenüberliegenden Seite einen oder mehrere Reflektoren anzuordnen, um die durch das Materialband und die Schichten des aufgetragenen Beschichtungsmittels hindurchgehende Strahlung zurück durch das Beschichtungsmittel und das Materialband zu reflektieren.

[0069] Bei strahlungsundurchlässigen Materialbändern sowie in den Fällen, in welchen die Vernetzung des Beschichtungsmittels im wesentlichen durch Photoreaktionen bewirkt wird, ist eine beidseitige Anordnung von Emittlermodulen vorteilhaft.

[0070] Zur Trocknung und/oder Vernetzung des Beschichtungsmittels weist die Vorrichtung mindestens einen Emittler auf, der insbesondere einen thermischen Strahlkörper, insbesondere eine Glühlampe oder eine Halogenlampe beinhaltet. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Emittler durch einen Röhrenstrahler mit einem sich in einer strahlungsdurchlässigen Röhre, insbesondere in einer Quarzglasröhre erstreckenden Glühfaden als thermischen Strahlkörper gebildet.

[0071] Anstelle des thermischen Strahlkörpers sind auch alternative Strahlungsquellen wie z. B. Laserdioden, Plasmastrahler, UV-Strahler oder auf anderen physikalischen Effekten basierende Strahlungsquellen einsetzbar.

[0072] Gegebenenfalls lassen sich auch über die gesamte Breite des sich schnell in Förderrichtung fortbewegenden Materialbandes mehrere Emittler, vorzugsweise parallel zueinander als sogenannte Emittlermodule anordnen.

[0073] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Emittler parallel zur Förderrichtung des endlos geförderten Materialbandes angeordnet. Dies hat den wesentlichen Vorteil, daß die Bestrahlungsstärke über das gesamte Materialband sowohl in Förderrichtung wie auch in der Richtung senkrecht dazu homogen bleibt, auch wenn sich, beispielsweise durch den Alterungsprozeß der Emittler bedingt, oder

durch einen anderen Effekt die Strahlungshomogenität entlang der Längsrichtung der Emittler verändert, wobei die Annahme zugrunde gelegt werden kann, daß diese Änderung für alle Emittler in gleicher Weise abläuft.

[0074] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird zur Bestrahlung linienförmiger beispielsweise gitterförmiger endlos geförderter Materialbänder in Förderrichtung eine spezielle linienförmige Anordnung der Emittler gewählt, so daß sich jeweils gegenüber einem parallel zur Förderrichtung angeordneten Materialteil des gitterartigen Materialbandes ein im wesentlichen parallel dazu angeordneter Emittler oder gegebenenfalls eine Reihe von hintereinander angeordneten Emittlern befindet. Zusätzlich kann zur Erhöhung der Effizienz die von den Emittlern emittierte Strahlung durch entsprechende reflektierende Einrichtungen auf die Materialteile fokussiert sein. Ferner ist die Anordnung eines Reflektors auf der dem Materialband im Verhältnis zu den Emittlern gegenüberliegenden Seite zur Steigerung der Effizienz der Anlage wünschenswert. Um Beschichtungsmittel, das auf quer zur Förderrichtung verlaufende Materialteile aufgetragen ist, ebenfalls effizient zu Trocknen bzw. zu Vernetzen, sind zusätzlich quer zur Förderrichtung orientierte linienförmige Emittler vorgesehen, die mit den Materialteilen mit deren Fördergeschwindigkeit mitbewegt werden können. Weitere Einzelheiten dieser speziellen Ausführungsform sind in einer von der Anmelderin unter dem Titel "Verfahren und Vorrichtung zum Aufheizen von kontinuierlich geförderten, gitterförmigem Material oder dergleichen Strukturen" eingereichten Anmeldung offenbart.

[0075] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Raum, in welchem flüchtige Komponenten des Beschichtungsmittels, wie beispielsweise Lösungsmittel beim Trocknungsprozeß entweichen, durch eine Quarzglasscheibe von den Emittlern getrennt. Dadurch kann verhindert werden, daß sich Lösungsmittel durch die hohen Temperaturen an der äußeren Oberfläche der Emittlerkörper entzündet. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden zur weiteren Erhöhung der Sicherheit zwischen dem Materialband und dem oder den Emittlern zwei nebeneinander angeordnete Quarzglasscheiben vorgesehen, zwischen welchen zusätzlich ein Kühlgas, z. B. Stickstoffgas strömt, um eine Erwärmung des Lösungsmittels noch effektiver zu verhindern.

[0076] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die zuvor beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf andere mögliche Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens im Rahmen der Fähigkeiten eines Fachmanns.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung von quasi-endlos geförderten und in Förderrichtung bewegten Materialbändern, bei dem ein Beschichtungsmittel auf zumindest eine Seite des Materialbandes aufgebracht und mittels elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise getrocknet und/oder vernetzt wird, wobei die elektromagnetische Strahlung einen wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und Transmissionseigenschaften des Beschichtungsmittels angepaßt ist, so daß das Beschichtungsmittel die Strahlungsenergie im wesentlichen gleichmäßig über seine Schichtdicke absorbiert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das In-

tenitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und/oder Transmissionseigenschaften des Materialbands derart angepaßt ist, daß die elektromagnetische Strahlung das Materialband zumindest teilweise durchdringt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem beidseitig auf das Materialband aufgetragenes Beschichtungsmittel auf beiden Seiten des Materialbandes im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das beidseitig aufgetragene Beschichtungsmittel mit zumindest einem nur auf einer Seite des Materialbandes angeordneten Emitter im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Trocknen und/oder Vernetzen des Beschichtungsmittels zumindest teilweise durch eine Photoreaktion erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Leistungsdichte der elektromagnetischen Strahlung durch den Abstand des Strahlkörpers von dem Materialband und/oder über die Temperatur des Strahlkörpers, bei vorzugsweise oberhalb 2900 K, besonders bevorzugt oberhalb 3200 K eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Leistungsdichte der elektromagnetischen Strahlung oberhalb von  $100 \text{ kW/m}^2$ , bevorzugt oberhalb von  $200 \text{ kW/m}^2$  und besonders bevorzugt oberhalb von  $500 \text{ kW/m}^2$  liegt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der wesentliche Wirkanteil der elektromagnetischen Strahlung im Wellenlängenbereich von  $0,8 \mu\text{m}$  bis  $2 \mu\text{m}$  liegt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung weniger als 30 s, bevorzugt weniger als 10 s, insbesondere weniger als 5 s und besonders bevorzugt weniger als 2 s dauert.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Oberfläche des Materialbandes vor dem Auftragen des Beschichtungsmittels vorbehandelt, vorzugsweise erwärmt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem von dem Beschichtungsmittel abgetrennte flüchtige Bestandteile mittels eines das Materialband überstreichenden Gasstroms abgeführt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem es sich bei dem Materialband um ein Metallband, insbesondere um ein Stahlband handelt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Beschichtungsmittel ein Lack, insbesondere ein Nass- oder Pulverlack, eine Beschichtung zum Korrosionsschutz, zur Vorbehandlung und/oder zur Funktionalisierung der Oberfläche des Materialbandes, eine Leitfähigkeitspaste, oder ein Photolack ist.

15. Beschichtetes Substrat, herstellbar mittels eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, aufweisend:

ein Substrat, ausgewählt unter einem thermoplastischen Substrat, einer Metallfolie bzw. -blech, einer Kunststoffolie, einer Glasplatte, einem Werkstoffverbundsystem, einem Laminat; und

ein getrocknetes und/oder vernetztes Beschichtungsmittel, das einseitig oder beidseitig aufgebracht ist, wobei das Beschichtungsmittel ausgewählt ist unter einem Lack, insbesondere Pulverlack, einem Einkomponen-

ten- oder Zweikomponenten-Naßlack auf Wasserbasis oder auf der Basis von organischen Lösungsmitteln, einer Beschichtung zum Korrosionsschutz, einer Beschichtung zur Vorbehandlung und/oder zur Funktionalisierung von Metalloberflächen, einer Leitfähigkeitspaste, einem Photolack oder einer Kombination aus zwei oder mehr davon.

16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, welche aufweist: eine im wesentlichen abgeschlossene Einrichtung, durch welche ein Materialband mit einem Beschichtungsmittel gefördert wird und in welcher zumindest ein Emitter montiert ist und deren innere Wände mit zumindest einer elektromagnetischen Strahlung reflektierenden Vorrichtung versehen sind.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, welche des weiteren Seitenwände aufweist, die im wesentlichen zu dem geförderten Materialband zustellbar und unter Ausbildung des Bestrahlungsbereichs an die Breite des Materialbandes anpaßbar sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei welcher zumindest jeweils ein Emitter auf jeder Seite des Materialbandes vorgesehen ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, bei welcher die elektromagnetische Strahlung von mindestens einem Emitter mit einem thermischen Strahlkörper, insbesondere einer Glühlampe oder Halogenlampe, erzeugt wird.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, bei welcher die elektromagnetische Strahlung von mindestens einem Emitter erzeugt wird, der eine Laserdiode oder einen Plasmastrahler aufweist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, bei welcher der Emitter eine im wesentlichen längliche Form aufweist, und längs der Förderrichtung des Materialbandes ausgerichtet ist.